

学校编码: 10384

分类号__密级__

学号: X2008221037

UDC__

廈門大學

工 程 碩 士 學 位 論 文

校园网设计与性能测量分析

Campus network design And performance
measurement analysis

邢舒惠

指导教师姓名: 吴锦林 教授

专 业 名 称: 计算机技术

论文提交日期: 2014 年 月

论文答辩时间: 2014 年 月

学位授予日期: 2014 年 月

答辩委员会主席:

评 阅 人:

2014 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月

中文摘要

随着网络技术方面的飞跃发展,现代化高校校园规模的扩大,高校校园网络用户人数的激增,校园网络的应用已经从单纯的支持数据传输发展到支持各种类型多媒体信息的传输,由此对校园网性能提出了更高更快的要求。本文的研究课题正是基于这个背景下提出的,针对高校校园网络,展开了以下三方面的研究:

(1) 提出了高校校园网的设计模型。结合现代化网络的相关技术,从高校校园网需求分析入手,根据网络层次模型,进行校园网络的设计。

(2) 对高校校园网络的性能测试和分析。介绍了网络性能测试的概况,通过对高校校园网络连接互联网的速度测试,分析高校校园网络流量的变化规律。

(3) 对高校校园网络流量变化的特性进行分析,并讨论了高校校园网性能建模。通过测试软件 CHARIOT 对高速校园网络的带宽进行测试和分析,经过对自相似模型和排队模型的优缺点的分析,提出了在当数值 ρ 不超过 0.382 时,高校校园网络以排队模型建立的计算模型是可行的,能达到高速校园网络简化的设计目的。

关键字: 校园网; 校园网设计; 性能测试; 自相似流量; 排队模型

Abstract

With the development of network technology, the campus network expansion of the scale, the increase of users, the application of campus network have grown from a simple network application to support various types of data transmission and people demanded the higher network performance. The subjects of this dissertation were just brought about in such backgrounds, and the main achievements in this dissertation were summarized as follow for the campus network:

(1) We presented the design model of campus network. Started with requirement analysis, combined with network-related technologies, and accorded to hierarchical model to design the campus network.

(2) To measure and analysis the campus network performance. Firstly, we gave the status and metrics of network performance measure. Secondly, through the Internet connection speed test from campus network, we analyzed the network traffic laws.

(3) We analyzed the characteristics of campus network traffic, and then discussed the relationship performance modeling with the campus network. Tested and analyzed the bandwidth of high-speed campus network through CHARIOT, combined with the advantages and disadvantages of self-similar model and queuing model, it was possible to establish the computing model of campus network by queuing model when ρ is not more than 0.382 and to attach the purpose of simplifying high-speed campus network design.

Key words: campus network; campus network design; performance measure; self-similar traffic; queue model

目录

中文摘要.....	I
第 1 章 绪论.....	1
1.1 高校校园网.....	1
1.2 传统高校校园网存在的问题.....	1
1.3 现代高校校园网络.....	2
1.3.1 现代高校校园网构建研究.....	2
1.3.2 高速校园网络.....	3
1.4 研究背景与现状.....	3
第 2 章 校园网的总体设计.....	6
2.1 需求分析.....	6
2.1.1 用户规模需求分析.....	6
2.1.2 用户需求分析的内容.....	7
2.2 网络建设原则.....	9
2.2.1 网络设计的基本原则.....	9
2.2.2 网络设计的其他原则.....	9
2.3 网络构建相关技术.....	9
2.3.1 LAN 技术.....	9
2.3.2 虚拟局域网技术.....	10
2.3.3 多层交换技术.....	12
2.3.4 IPv6 技术.....	13
2.4 高校校园网网络设计.....	17
2.4.1 网络拓扑结构设计.....	17
2.4.2 网络功能设计.....	19
第 3 章 校园网络性能测试与分析.....	22
3.1 概述.....	22
3.2 网络性能测试.....	22
3.2.1 网络测试现状及标准.....	22
3.2.2 性能参数评价指标和影响因素.....	23

3.2.3 性能测试方法过程.....	24
3.2.4 网络应用.....	25
3.3 高校校园网性能测试分析.....	26
3.3.1 现有网络的测试分析.....	26
3.3.2 高校校园网络性能分析.....	30
第 4 章 流量分析与性能建模.....	33
4.1 网络流量概述.....	33
4.2 网络流量特性分析.....	33
4.2.1 网络流量分析.....	33
4.2.2 自相似特性.....	34
4.2.3 长相关性.....	35
4.3 性能建模.....	35
4.3.1 传统的网络流量模型.....	36
4.3.2 自相似模型.....	38
4.4 校园网流量分析及性能建模.....	41
4.4.1 校园网宽带测试与分析.....	41
4.4.2 高校校园网性能建模.....	46
第 5 章 结束语.....	50
参考文献.....	52
致 谢.....	54

Directory

Abstract.....	II
Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Campus network	1
1.2 Problems existing in the traditional campus network	1
1.3 Modern campus network.....	2
1.3.1 Modern campus network construction	2
1.3.2 The high speed campus network	3
1.4 The background and current situation of research	3
Chapter 2 The overall design of the campus net.....	6
2.1 Requirements analysis.....	6
2.1.1 The requirement analysis of user scale 11.....	6
2.1.2 The content of the user requirement analysis.....	7
2.2 The principle of network construction	9
2.2.1 The basic principles of network design.....	9
2.2.1 The other principle of network design	9
2.3 The related technology of network build	9
2.3.1 LAN	9
2.3.2 VLAN.....	10
2.3.3 Multilayer switching technology	12
2.3.4 IPv6.....	14
2.4 Campus network design.....	17
2.4.1 The design of network topology.....	17
2.4.2 The design of network function	19
Chapter 3 The testing and analysis of campus network performance	22
3.1 Overview	22
3.2 The test of network performance	22
3.2.1 The situation and standard of network testing	22
3.2.2 The performance parameters evaluation index and influencing factors of network	

test.....	23
3.2.3 The process of performance testing method.....	24
3.2.4 Network applications	25
3.3 The test and analysis of campus network performance	26
3.3.1 The analysis of existing network testing.....	26
3.3.2 The analysis of campus network performance	30
Chapter 4 Flow analysis and performance modeling	33
4.1 Summary of network traffic	33
4.2 The analysis of network traffic characteristics	33
4.2.1 Network traffic analysis	33
4.2.2 Self-simila	34
4.2.3 Long holdings correlation	35
4.3 Performance modeling	35
4.3.1 The model of traditional network flow	36
4.3.2 Self-similar model.....	38
4.4 Flow analysis and performance modeling of campus network	41
4.4.1 Campus broadband testing	41
4.4.2 campus network modeling	46
Chapter 5 Conclusion	50
Reference	52
Thanks.....	54

第 1 章 绪论

在计算机网络过去的分类中，理论上通常划分为局域网、城域网和广域网。随着近年来国内高校的扩建合并，以及计算机网络区域网智能化、数字化的发展，以及，介于广域网和城域网之间的一种新的网络概念——高校校园网逐渐被人们所重视。

1.1 高校校园网

“园区网”是指将某一范围内的建筑物连接到多个局域网组成的网络上^[1]。而属于园区网属类的高校校园网也具备同样的特征：校园网的局域网结构一般都采用以太网、令牌环网、光纤分布式数据接口，将高校校园或校园建筑物的末端系统连接起来的拓扑结构，而属于这所高校范围的所有建筑物都处于该校的校园网覆盖范围。

1.2 传统高校校园网存在的问题

传统高校校园网仅由一个局域网构成，一旦有新用户，就被加入到这个局域网上。受网络传输距离的限制，校园网通常被使用在一栋建筑物或限制在相隔很近的几栋建筑物中，几乎没有考虑用户访问骨干网的需求。受以太网的限制，物理上邻近的用户被连接到单个接入设备上，以减少与骨干网的接口数量。虽然集线器可以满足网络多路介入的标准设备的要求，但是用户需求的不断增加会影响到网络的运行性能。

可用性和性能这两个指标成为传统高校校园网主要存在的问题所在。而这两个指标都受到了有效的网络带宽的影响。影响网络可用性主要表现：采用多端口的网络第 2 层设备把局域网划分成几个独立的冲突域，但只转发第 2 层数据帧到目的地址所在的网段上，因为传输过程中网桥只看到数据帧的硬件地址（MAC，Media Access Control 媒体访问控制），当第 2 层网络设备发生故障时，从而导致产生超长数据帧、错误帧，使整个网络充满“噪音”，这都可以使网络不可用。

影响校园网的性能的因素有如下三个方面：

1、网络的性能可能会受到轮询网络上设备的状态和可用性的流量影响。轮询网络的两种常见的广播类型是 IP 的 ARP 请求和 NetBIOS 名字请求。这些广

播通常是在整个子网内传播，并且要目的设备直接应答到广播。

2、多播流量可能会消耗掉大量的带宽。如果网络设计恰当，虽然多播流量会流向一些特定的用户组，但是它实际消耗可能等同于广播流量的带宽。可是当多播组内用户的数量或包含在多播分组中的应用数据类型增加时，更多的网络资源将被当前多播流量消耗。

3、伴随着智能化校园网络的发展，高校校园网所需要的广播流量也节节攀升。日益增长的广播信息会分减终端网络带宽，并导致终在多余的过程上浪费 CPU 周期，甚至广播风暴会独占带宽而使网络崩溃。

1.3 现代高校校园网络

1.3.1 现代高校校园网构建研究

一个现代化高效的校园网，在设计和组建的过程中，必须对网络使用的应用产生的流量以及用户群体的流量等诸多方面问题有一个详细的分析和了解。

1、网络上运行的设备和相关应用软件都会产生一定的数据流量。用户网络上都会有几种必备的应用，例如文字处理、文档传输等。这些基本应用不需要占用太多的带宽，而且带来了从源到目的的可预测的流量模式。但是，现代化高校校园网需要的应用领域越来越多，例如在线课堂视频点播等应用，使得流量模式变得难以预测和建模。

2、穿越子网边界的流量。一台计算机可以是信息的接收者又是信息的发布者。因此，信息来自网上的任何地方，这样就会生成很多必须穿过子网边界的流量。用户通过使用超链接可以透明地在各服务器间围绕整个校园网络的跳来跳去，而不需要知道数据所在的具体位置。

3、服务器整合的网络流量模式。高校校园网一般部署集中式的服务器机群，因为这种方案可以降低成本、提高安全性，同时也易于管理。所有从客户端子网到服务器的数据流都必须通过校园网主干。由于以上的原因导致了流量模式的转变：流量模式正向着现在被称为 20/80 的模型转换^[2]。在 20/80 模型中，20% 的流量流向本地工作组局域网，剩下的 80% 流量流出本地网络。这种新的模式与 80% 的流量是本地工作组局域网，20% 的网络流量是需要通过主干的 80/20 模型是不一样的。流量模式的转变意味着现在流量的 80% 必须通过第 3 层设备。

这就要求高校按照新的校园网模型，实行多层交换的校园网解决方案。多层

交换的解决方案通过对网络的逻辑设计，可以建立具有高可靠性、高性能、易于扩展、能满足语音、视频和数据等新兴需求的网络，这就是本文下面要介绍的高速校园网络。

1.3.2 高速校园网络

目前高校校园网在局域网络上应用最广泛的技术有以太网、快速以太网、FDDI、Token Ring 以及 ATM（异步传输模式）、千兆以太网等。这其中千兆以太网以其在局域网领域中支持高带宽、多传输介质、多种服务、保证 QoS 等特点成为校园网的主干网络。

高速校园网络主要是遵从 IEEE802.3 标准，基于 IEEE802.3 帧格式，主要采用载波侦听多路访问/冲突检测访问控制技术所构成的网络。这种网络支持高带宽，具有网络技术可靠、多传输介质、性价比较高的特点，是以帧交换为基础，以千兆（或万兆）以太网为主干网^[3]。

高速校园网可大致分为互联型校园网、接入型校园网两种类型^[4]。这其中互联型校园网，以用户间的互通为主，主要采用以太网技术，并通过引入综合接入服务实现综合管理。接入型校园网以互联网接入和小区内宽带业务的接入为主，用户间交互的业务为辅，能够让系统用不同的接入方式来满足不同用户的需求差异性^[5]。

1.4 研究背景与现状

在计算机发展早期，由于技术受限，以及主机在网络中连接数量不多，高校网络设计工作比较着眼于小型局域网设计，主要采用比较简单的拓扑结构来满足设计工作的需要。而随着高校规模的扩大，出现了高校校园网络的主机数量万台规模、高校校园网络地理范围跨越了不同地域等问题，依靠简单拓扑结构的传统组合，已经不能满足大型高校校园网络工程设计的需求了。

现代化高校校园网对校园网络性能的需求，体现在：（1）与一般用户相比，高校校园网用户要求在相同的时间内更快的 HTTP 浏览速度、FTP 下载速度。（2）高校校园网用户比较侧重于视频、语音等宽带应用，需要端到端时延、抖动、丢包等指标来保证应用，对网络性能要求较高等。（3）现代化的高校校园网还要为校园中各种智能化应用系统（例如校园一卡通）提供综合管理。这就使得高校校园网网络容量的扩充、连接节点的增加、设备的高性能运转必须满足校园网络日

益增长的要求，如果无法很好的解决这一问题，必然会导致网络性能下降^[6]。

宋刚在文献中首次在校园承载网上进行实际的网络功能、性能测试，其中发现比如说承载网上链路吞吐量、链路时延、时延抖动、丢包率的不确定性、时延抖动同步测试简化性等问题^[7]。所以对于校园网络性能测量技术的研究在测试理论的研究还有待深入，并且原来用来衡量单个网络设备的性能参数不能直接用来衡量整个网络的性能，而对于高校校园网的研究重点已经转移到整个校园网络的性能问题。

在综合以上的背景情况下，对于网络测量技术的研究就显得至关重要了。网络测量技术是指通过科学的方法和技术，使用可靠的软件和硬件工具来测试或验证网络性能指标的方法^[8]，进行网络资源动态配置与管理，保证 QoS (Quality of Service) 的手段。网络各种应用对 QoS 的特定需求，要先评估当前网络对应用的支持程度，再测量实时网络性能来进行规划，但是目前计算机网络的高速发展远远超前于网络测量分析领域的发展。目前虽然已经制定了一些性能评价指标，但是还没有标准化的指标出现，对于不断出现的各种新的应用而言，还不能构成一个完善的系统；现有的评价网络性能的手段主要还是用于评价早期小规模网络，而以经验解决网络问题的方法主要依赖于人的主观经验，可靠性较差；在测量的精度方面，现有的测量工具难以满足对于各种不同应用。

网络性能等问题进行进一步研究所要首先要解决的问题之一，是怎样建立一个能准确描述网络流量特征的模型。所有这些都为研究网络流量特性提供新的契机^[9]。在传统网络测量领域，基于泊松(Poisson)模型、马尔可夫(Markov)模型、指数分布等的排队模型是应用中比较经常用到的。传统排队模型主要还是以稳定的独立增量过程，具有泊松过程分布特征的流量，其分流量依旧遵循泊松分布。随着网络的发展和应用领域的拓宽，使得网络中的业务流在或短或长的时间段上表现出很强的突发性。而随着对自相似网络的研究，发现网络业务在很长时间范围内都具有相关性，这也一定意义上验证了网络的流量也具有自相似性和突发性。

本文将以闽南师范大学达理公寓连接到福建厦门电信中国主机网-厦门服务器的速度测试为例，得出网络流量是有一定规律可循的，并分析了进行网络流量分析的意义。并通过对应用层 IP 网络及网络设备的测试软件 CHARIOT，结合自相似模型和排队模型的优缺点，提出了在 ρ 不超过 0.382 时，以经典排队模型建

立校园网络的计算模型也是可行的，达到简化高速校园网的目的。

厦门大学博硕士论文摘要库

第 2 章 校园网的总体设计

根据现在高校网络各个部门网络构建的既有模式，形成高校校园网的总体逻辑结构设计，如图 2.1 所示：

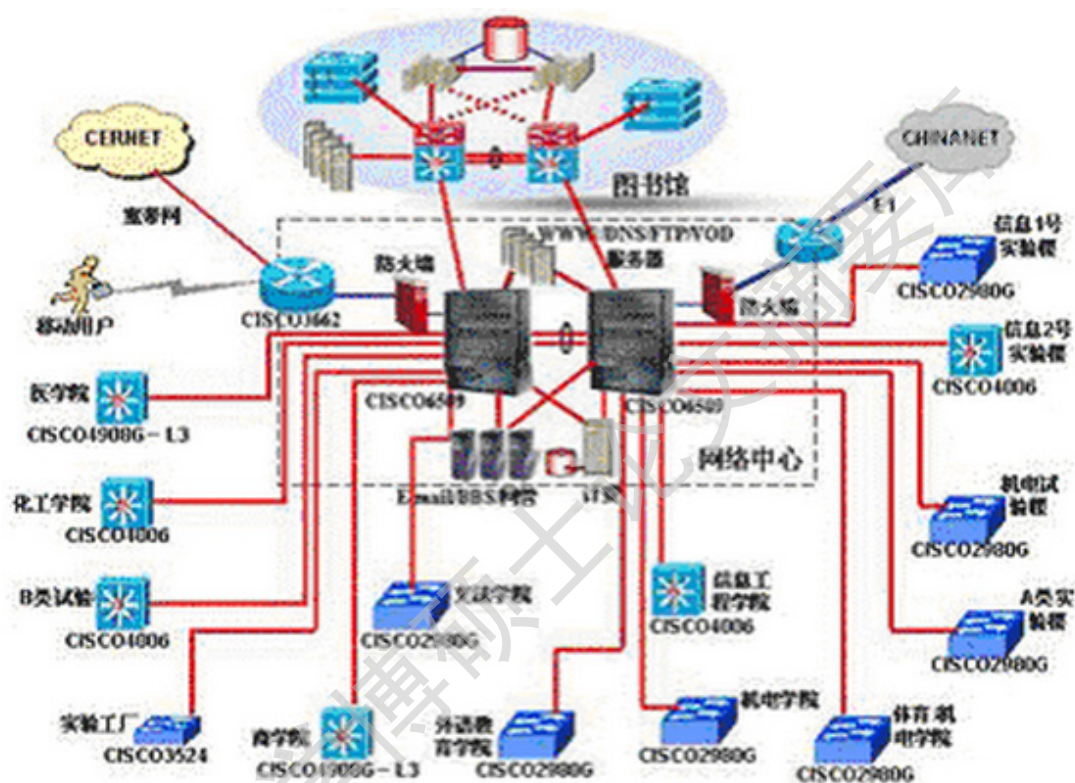


图 2.1 校园网络总体逻辑分布图

2.1 需求分析

网络需求分析是所有网络设计的基本出发点。主要是对于了解用户现在目前的情况、实现什么功能、未来需要添加什么功能、需要达到的性能要求以及网络构建的成本效益等方面的分析。高校校园网中需求分析主要包括以下几方面的内容^[10-12]。

2.1.1 用户规模需求分析

网络设计取决于需求，不同网络规模对网络系统的需求存在很大的差异，因此网络规模在一定程度上决定了网络设计的走向。

小型校园网络：网络节点少，信息点一般在 100 个左右，大部分在一栋建

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库